

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-237577

(43)Date of publication of application : 08.09.1998

---

(51)Int.Cl.

C22C 21/06  
// B23K 9/23

---

(21)Application number : 09-042079

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 26.02.1997

(72)Inventor : SHIROSHITA HIDENORI  
MATSUBARA KAZUO  
NAKAI YASUTO

---

### (54) HIGH STRENGTH ALUMINUM ALLOY FOR WELDING

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a non-heat treated type alloy material for welding, improved in the strength of a base material and a welded joint, excellent in stress corrosion cracking resistance and weld crack resistance, and capable of thickness reduction, by providing a composition consisting of Mg, Sc, Ti, B, at least one element among Mn, Cr, V, Ni, and Mo, and the balance Al with inevitable impurities.

**SOLUTION:** This alloy material has a composition consisting of, by weight ratio, 4.0-7.0% Mg, 0.1-0.3% Sc, 0.005-0.2% Ti, 0.0001-0.08% B, at least one kind among 0.01-1.5% Mn, 0.01-0.6% Cr, 0.01-0.5% V, 0.05-3.0% Ni, and 0.01-0.5% Mo, and the balance Al with inevitable impurities. It is preferable that at least one kind among 0.03-1.0% Ag, 0.05-0.1% Cu, and 0.01-0.25% Zn is further added. At the time of production of this material, annealing is applied at 370° C after hot or cold working. This material can be used, in the form of rolled material, extruded material, forged material, etc., for a material for welded structure.

---

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-237577

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月8日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
C 2 2 C 21/06  
// B 2 3 K 9/23

識別記号

F I  
C 2 2 C 21/06  
B 2 3 K 9/23

F

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-42079

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月26日

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社  
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 城下 秀則

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
河電気工業株式会社内

(72) 発明者 松原 和男

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
河電気工業株式会社内

(72) 発明者 中井 康人

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
河電気工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 溶接用高力アルミニウム合金

(57) 【要約】

【課題】 母材と溶接継手の強度が高く、耐応力腐食割れ性と耐溶接割れ性に優れ、薄肉化が可能な非熱処理型の溶接用高力アルミニウム合金を提供する。

【解決手段】 Mg 4.0~7.0wt%、Sc 0.1~0.3wt%、Ti 0.005~0.2wt%、B 0.001~0.08wt%を含有し、Mn 0.01~1.5wt%、Cr 0.01~0.6wt%、V 0.01~0.5wt%、Ni 0.05~3.0wt%、Mo 0.01~0.5wt%のうちの少なくとも1元素を含有し、残部がアルミニウムおよび不可避不純物からなる溶接用高力アルミニウム合金。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Mg 4.0～7.0wt%、Sc 0.1～0.3wt%、Ti 0.005～0.2wt%、B 0.0001～0.08wt%を含有し、Mn 0.01～1.5wt%、Cr 0.01～0.6wt%、V 0.01～0.5wt%、Ni 0.05～3.0wt%、Mo 0.01～0.5wt%のうちの少なくとも1元素を含有し、残部がアルミニウムおよび不可避不純物からなることを特徴とする溶接用高力アルミニウム合金。

【請求項2】 Mg 4.0～7.0wt%、Sc 0.1～0.3wt%、Ti 0.005～0.2wt%、B 0.0001～0.08wt%を含有し、Mn 0.01～1.5wt%、Cr 0.01～0.6wt%、V 0.01～0.5wt%、Ni 0.05～3.0wt%、Mo 0.01～0.5wt%のうちの少なくとも1元素を含有し、さらにAg 0.03～1.0wt%、Cu 0.05～0.1wt%、Zr 0.01～0.25wt%のうちの少なくとも1元素を含有し、残部がアルミニウムおよび不可避不純物からなることを特徴とする溶接用高力アルミニウム合金。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧延材、押出材、鍛造材などとして溶接構造材に用いられる、母材と溶接継手の強度が高く、耐応力腐食割れ性と耐溶接割れ性に優れ、薄肉化が可能なAl-Mg系の溶接用高力アルミニウム合金に関する。

## 【0002】

【従来の技術】アルミニウム合金は、熱伝導性が良い、熱膨張係数大きい、表面に酸化皮膜が生成し易いなどの性質のため、鉄鋼材料に較べて溶接施工管理が難しく、その溶接構造材としての用途は限られていた。しかし、アルミニウム合金は、合金組成の改良、溶接機器や溶接施工法の見直しにより、鉄道車両、船舶、化学・食品工業用装置、航空・宇宙機器などの溶接構造材として広範に用いられるようになってきた。ところで、アルミニウム合金の中では、6000系や7000系に代表される熱処理型合金は高強度であっても、①高い溶接強度を得るには溶接後に熱処理が必要、②溶接割れが生じ易い、③溶接熱の影響部は強度（特に耐力）が低下するなどの難点がある。一方、Mg含有量の多いJIS-A5083やJIS-A5456合金などの非熱処理型合金は溶接後の熱処理が不要であり、耐食性にも優れるが、溶接継手が溶接時の入熱により完全焼鈍され、加工硬化による強度が失われるため、溶接継手の引張強さは280～350N/mm<sup>2</sup>の水準に留まっている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】そこで、これまでにAl-Mg系合金の溶接継手の強度向上が、Mg含有量の増加と、その他合金元素による結晶組織の改良により種

々検討されてきた。しかし、Mg含有量の増加は、製造加工性を悪化させ、またβ相を析出させて耐応力腐食割れ性を低下させる弊害を伴う。この耐応力腐食割れ性の低下は、Mg含有量または冷間加工量の増大に伴い顕著になる。このためAl-Mg系合金は、Mg含有量を低く抑えた上、冷間加工を軽く施すH32により加工されているが、この加工法では強度が十分向上せず、溶接構造材の薄肉化に対応できない状況にある。本発明は、母材と溶接継手の強度が高く、耐応力腐食割れ性と耐溶接割れ性に優れ、薄肉化が可能な非熱処理型の溶接用高力アルミニウム合金の提供を目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、Mg 4.0～7.0wt%、Sc 0.1～0.3wt%、Ti 0.005～0.2wt%、B 0.0001～0.08wt%を含有し、Mn 0.01～1.5wt%、Cr 0.01～0.6wt%、V 0.01～0.5wt%、Ni 0.05～3.0wt%、Mo 0.01～0.5wt%のうちの少なくとも1元素を含有し、残部がアルミニウムおよび不可避不純物からなることを特徴とする溶接用高力アルミニウム合金である。

【0005】請求項2記載の発明は、Mg 4.0～7.0wt%、Sc 0.1～0.3wt%、Ti 0.005～0.2wt%、B 0.0001～0.08wt%を含有し、Mn 0.01～1.5wt%、Cr 0.01～0.6wt%、V 0.01～0.5wt%、Ni 0.05～3.0wt%、Mo 0.01～0.5wt%のうちの少なくとも1元素を含有し、さらにAg 0.03～1.0wt%、Cu 0.05～0.1wt%、Zr 0.01～0.25wt%のうちの少なくとも1元素を含有し、残部がアルミニウムおよび不可避不純物からなることを特徴とする溶接用高力アルミニウム合金である。

## 【0006】

【発明の実施の形態】以下に本発明における合金元素の役割とその限定理由について説明する。Mgは母材、特に溶接継手の強度向上および耐溶接割れ性の改善に寄与する。その含有量を4.0～7.0wt%に規定する理由は、4.0wt%未満では強度が十分に向上せず、7.0wt%を超えると製造加工性（展延性）が低下するとともに、常温以上の温度に保持しておくとき経時的にβ相が析出してきて、粒界腐食や応力腐食割れが起き易くなるためである。Mgの特に望ましい含有量は5.0～6.3wt%である。

【0007】Scは母材と溶接継手の強度を大幅に向上させ、本発明にとって不可欠な元素である。またScは耐応力腐食割れ性や耐溶接割れ性を低下させることがない。その含有量を0.1～0.3wt%に規定した理由は、0.1wt%未満ではその効果が十分に得られず、0.3wt%を超えるとその効果が飽和して不経済な上、加工性が低下するためである。Scの特に望ましい含有

量は0.1~0.25wt%である。

【0008】TiおよびBは、母材中の添加元素を均一に分散させ、また結晶粒を微細化して溶接性を向上させる。さらにScの強度向上効果を促進する。Tiの含有量を0.005~0.2wt%に規定する理由は、0.005wt%未満ではその効果が十分に得られず、0.2wt%を超えると巨大化合物が生成して靱性や加工性が低下するためである。Tiの特に望ましい含有量は0.008~0.1wt%である。Bの含有量を0.0001~0.08wt%に規定する理由は、0.0001wt%未満では結晶粒が十分微細化されず、0.08wt%を超えると靱性や加工性が低下するためである。Bの特に望ましい含有量は0.001~0.06wt%である。

【0009】Mn、Cr、V、Ni、Moの各元素は耐応力腐食割れ性および強度を向上させる。前記各元素の含有量を、Mn0.01~1.5wt%、Cr0.01~0.6wt%、V0.01~0.5wt%、Ni0.05~3.0wt%、Mo0.01~0.5wt%にそれぞれ規定する理由は、前記規定値未満ではいずれの元素もその効果が十分に発現されず、前記規定値を超えるといずれの元素も巨大晶出物となって析出し、靱性や加工性などが低下するためである。これら元素の特に望ましい含有量はMn0.1~1.0wt%、Cr0.05~0.4wt%、V0.05~0.3wt%、Ni0.1~2.0wt%、Mo0.03~0.3wt%である。

【0010】Agは耐応力腐食割れ性および強度を向上させる。その含有量を0.03~1.0wt%に規定する理由は、0.03wt%未満ではその効果が十分に得られず、1.0wt%を超えると加工性や溶接性が低下するためである。Agの特に望ましい含有量は0.05~0.7wt%である。

【0011】Cuは耐応力腐食割れ性および強度を向上させる。その含有量を0.05~0.1wt%に規定する理由は、0.05wt%未満ではその効果が十分に得られず、0.1wt%を超えると加工性および溶接性が低下するためである。

【0012】Zrは溶接性および強度を向上させる。Scと共存すると相乗効果により強度が著しく向上する。その含有量を0.03~0.25wt%に規定する理由は、0.03wt%未満ではその効果が十分に得られず、0.25wt%を超えると強度または加工性が低下するためである。Zrの最も望ましい含有量は0.05~0.2wt%である。

【0013】

【実施例】以下に、本発明を実施例により詳細に説明する。表1に示す組成の本発明例合金(No.1~6)、比較例合金(No.7~10)、および従来合金(No.11、JIS-A5083合金)を半連続水冷铸造装置を用いて厚さ500~600mmの铸塊に铸造した。次にこの铸塊を540℃で10時間加熱して均質化处理したのち、圧延開始温度500℃にて厚さ50mmの厚板に熱間圧延し、次いで370℃で2時間焼鈍した。

【0014】焼鈍後の厚板について、引張強さ、耐力、応力腐食割れ性、溶接割れ性を試験した。また、熱間圧延上がりの厚板を焼鈍せずに厚さ3mmの薄板に冷間圧延し、次いでこれを370℃で2時間焼鈍した。この焼鈍後の薄板について、前記厚板と同じ試験を行った。引張強さと耐力は母材と溶接継手について試験した。結果を表2に示す。

【0015】以下に各試験条件を示す。

〔引張試験〕

試験片：JIS-Z2201の5号試験片。

試験方法：アムスラー万能試験機を用いJIS-Z2241に基づく方法。

溶接継手試験片の溶接条件

(厚板)電極に3.2mmφのCe入りW棒を電極に用いたTIG溶接、溶接電流300A、アーク電圧16V、溶接速度15cm/分、アルゴンガス流量10リットル/分。

(薄板)電極に1.3mmφのCe入りW棒を電極に用いたTIG溶接、溶接電流120A、アーク電圧16V、溶接速度30cm/分、アルゴンガス流量10リットル/分。

〔耐応力腐食割れ性〕

試験片：JIS-Z2201のC型リング試験片。

試験方法：100℃のクロム酸促進液に浸漬した状態で耐力の75%を負荷。

測定値：割れ発生までの時間。

〔耐溶接割れ性〕

試験片：切込み長さを段階的に変化させたフィッシュボーン型溶接割れ試験片。

溶接条件：引張試験における溶接継手試験片の溶接条件と同じ。

測定値：割れが入った切込み最大長さ(長さが長い程耐溶接割れ性が悪い)。

【0016】

【表1】

| 分類               | No | Mg<br>wt% | Sc<br>wt% | Ti<br>wt% | B<br>wt% | Mn, Cr, V<br>Ni, Mo wt% | Ag, Cu, Zr<br>wt%      |
|------------------|----|-----------|-----------|-----------|----------|-------------------------|------------------------|
| 本<br>発<br>明<br>例 | 1  | 4.0       | 0.10      | 0.05      | 0.08     | Mn0.8                   | —                      |
|                  | 2  | 3.8       | 0.08      | 0.05      | 0.085    | Mo0.5                   | —                      |
|                  | 3  | 7.0       | 0.19      | 0.005     | 0.001    | Cr0.01, Ni0.1           | Zr0.01                 |
|                  | 4  | 5.2       | 0.15      | 0.19      | 0.03     | VO.010<br>Ni3.0         | Ag1.0 Cu0.10           |
|                  | 5  | 6.0       | 0.30      | 0.09      | 0.0001   | Mn1.5 Cr0.01            | Cu0.06                 |
|                  | 6  | 7.2       | 0.19      | 0.001     | 0.001    | Cr0.01 Mo0.01           | Ag0.03 Zr0.25          |
| 比<br>較<br>例      | 7  | 3.8       | 0.08      | 0.05      | 0.085    | —<br>Ni3.2 VO.6         | —                      |
|                  | 8  | 7.2       | 0.19      | 0.001     | 0.001    | Cr0.01 Mo0.01           | Ag0.03 Zr0.31          |
|                  | 9  | 4.2       | 0.15      | 0.23      | 0.20     | VO.01 Ni0.01            | Ag1.2 Cu0.12<br>Zr0.01 |
|                  | 10 | 6.0       | 0.37      | 0.13      | —        | Mn0.01 Cr0.66 Mo0.5     | Cu0.04                 |
| ☆                | 11 | 4.5       | —         | 0.12      | —        | Mn0.85 Cr0.20           | Cu0.08                 |

(注) No.1~5, 7~9 は厚板、No.6,10は薄板。☆従来材(厚板)。

【0017】

【表2】

| 分類               | No | 母材引張<br>強さ N/mm <sup>2</sup> | 母材耐力 | 継手引張<br>強さ N/mm <sup>2</sup> | 継手耐力 | 耐応力腐食<br>割れ性 Hr | 耐溶接割<br>れ性 mm |
|------------------|----|------------------------------|------|------------------------------|------|-----------------|---------------|
| 本<br>発<br>明<br>例 | 1  | 435                          | 286  | 431                          | 285  | 割れ無し            | 0             |
|                  | 2  | 437                          | 287  | 433                          | 282  | 割れ無し            | 0             |
|                  | 3  | 442                          | 297  | 438                          | 293  | 割れ無し            | 0             |
|                  | 4  | 446                          | 294  | 442                          | 290  | 割れ無し            | 0             |
|                  | 5  | 448                          | 292  | 441                          | 287  | 割れ無し            | 0             |
|                  | 6  | 433                          | 285  | 428                          | 280  | 割れ無し            | 0             |
| 比<br>較<br>例      | 7  | 343                          | 189  | 342                          | 186  | 12              | 23            |
|                  | 8  | 366                          | 201  | 360                          | 196  | 13              | 29            |
|                  | 9  | 340                          | 203  | 336                          | 199  | 11              | 29            |
|                  | 10 | 356                          | 193  | 351                          | 190  | 18              | 20            |
| ☆                | 11 | 288                          | 143  | 285                          | 140  | 5               | 34            |

(注) No.1~5, 7~9 は厚板、 No.6,10は薄板。☆従来材(厚板)。

【0018】表2より明らかなように、本発明例のNo.1~6 はいずれも、従来材に較べて、母材と溶接継手の強度(引張強さと耐力)が高く、また耐応力腐食割れ性と耐溶接割れ性に優れた。これに対し、比較例のNo.7~10 は必須元素(Mg, Sc, Ti, B)、選択元素A (Mn, Cr, V, Ni, Mo)、または選択元素B (Al, Cu, Zr)のいずれかが本発明の規定値外のため母材と溶接継手の強度(引張強さと耐力)が低下し、また耐応力腐食割れ性と耐溶接割れ性に

も劣った。

【0019】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明の溶接用高力アルミニウム合金は、母材と溶接継手の強度が高く、耐応力腐食割れ性と耐溶接割れ性に優れ、特に溶接構造材の薄肉化に十分対応し得るものであり、工業上顕著な効果を奏する。